

徳山工業高等専門学校 正会員 橋本堅一
 徳山工業高等専門学校専攻科
 環境建設工学専攻 学生会員 ○古谷 亮
 徳山工業高等専門学校 正会員 島袋 淳

1. はじめに

近年、アスファルトやコンクリート面の増加による緑地ならびに水面の減少によって、自然環境の破壊や都市部におけるヒートアイランド現象といった環境問題が世界的に問題視されるようになってきている。今日の建設事業において無くてはならない建設材料の一つとなっているセメントコンクリートは、結合材であるセメントがアルカリ性を示すため、自然環境に対し有効とは言えず、廃棄物となった際の再利用ができにくいため処分が困難である。またセメントコンクリートが多く用いられている都市部では、緑地減少により植物の水分の蒸発が少なくなるヒートアイランド現象により、都市部郊外の気温より5℃以上高くなるなど¹⁾セメントコンクリートが異常気象の要因の一部になっていると考えられる。

このような自然環境の保護、廃棄物のリサイクルといった環境負荷の低減や都市部における気温の上昇を軽減するために、近年では、エコセメントや、エココンクリート、屋上緑化など環境問題を考慮した建設材料や施工方法などが増えており、従来のセメントコンクリートや、その施工方法に代わる新たな土木材料などが見出されていると考えられる。

そこで本研究では、上述の環境問題に悪影響を及ぼしているものは結合材であるセメントであると考え、セメントの代わりに写真-1に示すカルシウム系固化材を用いたコンクリート（以下、Caコンクリート）に注目する。カルシウム系固化材の主な特長は、中性であるためセメントより自然環境に適していると考えられているなど自然環境に対し、多くのメリットを持つと考えられている。このような特長を生かすことで、動植物への環境問題、ならびに水分の蒸発の減少等を防ぎ、都市部での気温上昇への対策が可能であると考えられる。また、既往の研究^{2), 3)}において、水固化材比 60%（セメントコンクリートでいう水セメント比）のCaコンクリートは実用に供する強度を有することから、Caコンクリートは今後新たな土木材料としての可能性をもつと考えられる。

以上のことを背景に、本研究では、都市部でのヒートアイランド現象はコンクリート面が増加することで水分の蒸発が少なくなり、気温上昇が生じると考えられることから、セメントコンクリート、Caコ



写真-1 カルシウム系固化材

表-1 セメントコンクリート、Caコンクリートの配合設計

	W (kg/m ³)	C (kg/m ³)	S (kg/m ³)	G (kg/m ³)
セメント コンクリート	165	275	810	996
Caコンクリート	165	275	814	1001

W：水，C：固化材，S：細骨材，G：粗骨材

ンクリートを自然環境状態で放置し、それらの水分含有量の変化を比較・検討し、Caコンクリートの水分含有特性を把握する。またセメントコンクリート、Caコンクリートを放置した場合、それらコンクリートが自然環境状態でどのように変化するのかを比較・検討する。とりわけ自然環境状態下の観察においては、軽量かつ環境改善効果が高いことなどから、屋上緑化の資材⁴⁾となる可能性があるコケに着目し、その生息状況を確認していく。

2. 実験概要

(1) 配合設計

セメントコンクリートについては、コンクリートの配合設計方法通りに配合設計を行うが⁵⁾、Caコンクリートは配合設計に関して規定が定められていないため、これまでの研究結果をもとに、水固化材比を60%とし、セメントコンクリートの配合設計方法に従い、それぞれの材料の必要量を求めた。

ここで、配合計算に必要な材料密度を、セメント系固化材3.15 g/cm³、カルシウム系固化材 3.05g/cm³、細骨材2.60g/cm³、粗骨材 2.67g/cm³とした。また、粗

骨材最大寸法20mm, 空気量6.0%, s/a=45%として計算した. 求められた配合を表-1に示す.

この配合表より, 観察用供試体 (300×300×60) をセメントコンクリート, Caコンクリートそれぞれ2本ずつ作製し, 養生期間28日の水中養生を行った.

(2) 現地実験

セメントコンクリートならびにCaコンクリートのコケ等の植物付着変化を観察するために, セメントコンクリートとCaコンクリート両供試体を自然条件下に2ヶ所, 約140日間設置し, 重量変化, ならびに供試体の観察を行った.

ここで設置場所については, 日当たり条件, 湿度等を考慮し, 場所①及び場所②とした.

観察方法は, まず各場所に設置した供試体を, 可能な限り毎日デジタルカメラにより撮影し, 目で確認することのできる変化があるのかを観察する. 次に各々の重量を測定し, コンクリート打設時との重量比を求めグラフ化し, 設置場所ごとに比較をする.

重量測定だけでは, もともとの重量に違いが生じているため, 前回測定からの変化がわかりにくい. そこで, 重量比を求めることにより, 水分の保有具合, 目に見えない植物の付着による微小な重量増減も明確に表すことが可能であると考えられる.

設置場所による設置意図について, 場所①は, 常に日が当たらず, 湿度が高いため, コケの生育しやすい環境であるといえる. この条件を利用し, 設置1ヶ月後にコケを意図的にセメントコンクリート, Caコンクリートともに50gずつ付着させ, コケの付着具合, 及びコケの増減の観察・測定を行った. ここで今回付着させたコケについては, 場所①周辺に広く存在するコケを用いた.

場所②は, 日中常に日光が当たり, 時間帯により日光の当たる角度に違いが生じる. また, 直射日光の影響等を観察するために設置する.

3. 実験結果と考察

(1) 植物付着変化

場所①において, コケを付着させてから1ヶ月後に観察したところ, 写真-2のように両者とも完全に付着していた.

その後, コケの付着状況は, 同程度の変化をしていたが, 観察終了直前の135日前後にセメントコンクリートに付着していたコケが写真-3のように急に少なくなり始めた. これにより, Caコンクリートはセメントコンクリートよりも植物が付着しやすい性質を持つと考えられる. この主な要因として, Ca固化材の性質がほぼ中性であるため, Caコンクリートも



写真-2 コケの付着したコンクリート

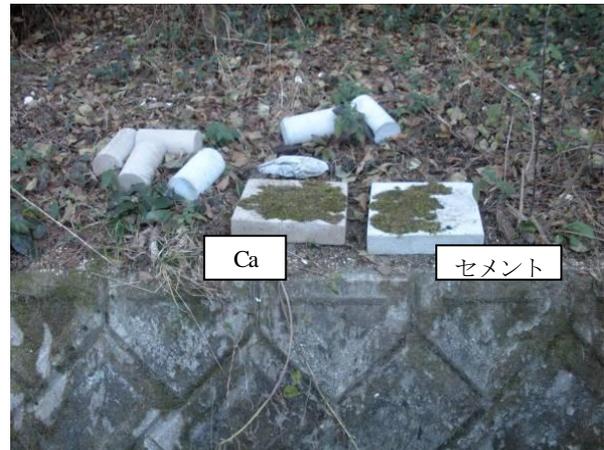


写真-3 観察終了直前のコンクリート

ほぼ中性になり, 植物が生育しやすい環境となったため, 最終的にコケがはがれにくかったのではないかと考えられる.

また, コケを意図的に付着させていない場所②の供試体には, コケの自然発生は見られなかった.

以上より, 140日程度自然環境状態に放置しただけでは, セメントコンクリートにもCaコンクリートにも, 目に見えるほどのコケは自然発生しなかったが, 場所①に設置した供試体にコケを意図的に付着させた実験についてはセメントコンクリート, Caコンクリートとも付着が確認でき, Caコンクリートの方がコケの付着に関して成果が見られた.

(2) 重量変化特性

前節で述べた写真での考察は観測者の主観に左右される可能性があるため, 供試体の重量比により, セメントコンクリート, Caコンクリートの自然環境状態における各々の特性を検討する. 図-1は場所①に設置した供試体重量比をグラフ化したものである. 同様に図-2は場所②をグラフ化したものである. ここで重量比は式(1)で計算した.

これらのグラフから, 各設置場所における特徴と結果を以下に考察する. ここで, 図中の重量比の大きな変化は主に降雨等によるものである. また, 図中のセメントコンクリートが0日から始まっていないのは打設日が異なるためであり, 天候条件をそろえ

たためである。

$$\text{重量比} = \frac{\text{測定日の重量}}{\text{供試体の設置初日の重量}} \quad (1)$$

a) 場所①

重量比変化において、セメントコンクリート、Caコンクリート両供試体の差が場所②に比べ大きかった。重量比で見ると最大で0.02の差が生じ、セメントコンクリート、Caコンクリート両供試体の重量比の平均差が0.016と、Caコンクリートがセメントコンクリートを上回った。これは、日光が当たりにくい環境のため、水分が蒸発しにくかったことと、コケを意図的に付着させたため、コケの保水効果が作用したからではないかと考えられる。さらに、Caコンクリートのみ1を超えているところが存在した。重量比が1を超えたということは、初期の重量よりも重くなったということであり、これによりCaコンクリートの吸水・保水効果を確認することが可能であると考えられる。また、場所①ではコケを付着させた後、4週間の養生期間を設けたため、経過32日から60日まで、場所②では見られない直線部分が存在する。

b) 場所②

セメントコンクリート、Caコンクリートの重量比の差が小さく、両供試体とも重量比で1を超えず、セメントコンクリートの重量比がCaコンクリートの重量比を上回った時期もみられた。しかしながら、セメントコンクリート、Caコンクリート各供試体の重量比の平均差は0.001とごくわずかなものであり、60日前後を見ると分かるように、両供試体ともほぼ等しいということがいえる。

また、場所①と重量比の比較をすると、増減の幅が小さく、80日から100日までの直線部分における傾きも小さいことが分かる。これは、日光に当たる時間が長いため、保水しても、すぐに多くの水分が蒸発したからではないかと考えられる。

4. まとめ

本研究ではカルシウム系固化材を用いてCaコンクリートを作製し、自然環境状態におけるCaコンクリートの性質を研究した。その結果、以下のことが明らかになった。

- (1) Caコンクリートはセメントコンクリートよりも、コケが付着しやすい環境であると考えられる。
- (2) Caコンクリートはセメントコンクリートに比べ、吸水性に優れていると考えられる。
- (3) 常に日光が当たるとセメントコンクリート、Caコンクリートの保水性に差は見られないが、湿度が高くなれば、Caコンクリートはセメントコンクリートより吸水性、保水性に優れると考えられる。

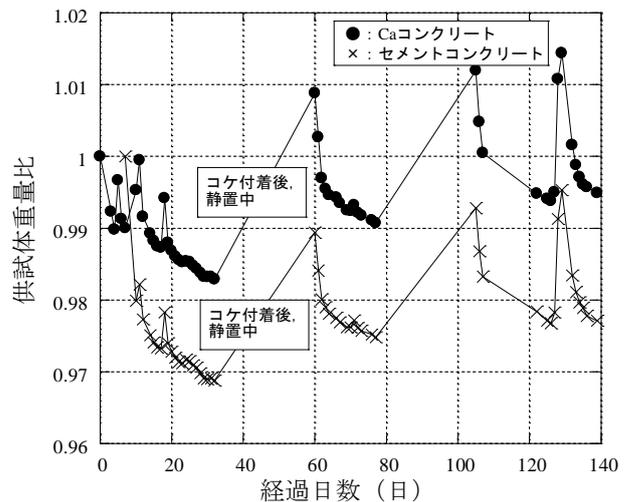


図-1 重量比変化 (場所①)

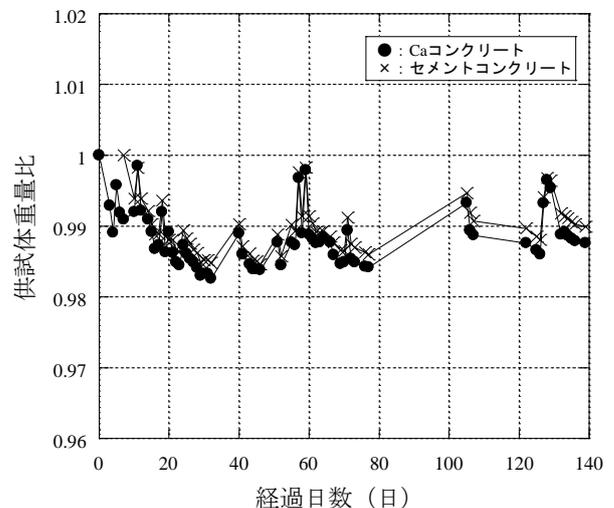


図-2 重量比変化 (場所②)

参考文献

- 1) 鹿島出版会：しっておきたい屋上緑化のQ&A, pp.14, 2003.
- 2) 島袋淳, 橋本堅一, 藤原東雄：カルシウム系固化材の物理的性質とそれを用いたコンクリートの基礎的研究, セメント・コンクリート論文集No.62, pp573-578, 2008.
- 3) 島袋淳, 橋本堅一：カルシウム系固化材を用いたコンクリートの圧縮強度特性に及ぼす養生方法・期間の影響, セメント・コンクリート論文集No.63, pp274-280, 2009.
- 4) 鹿島出版会：しっておきたい屋上緑化のQ&A, pp.68, 2003.
- 5) 土木学会：土木材料実験指導書, 土木学会, 2007.